

Управление инвестициями и инновационной деятельностью

УДК 519.862.7 + 339.133
ББК У9(2)421

ДИНАМИКА ПОКУПАТЕЛЬСКОГО СПРОСА ИННОВАЦИОННОГО ТОВАРА

И.А. Баев, Д.А. Дрозин

Предложен новый метод расчета объема покупательского спроса нового инновационного товара. Метод учитывает изменение структуры покупательского спроса в процессе продажи товара, связанное с «вымыванием» платежеспособных покупателей. Предлагаемая методика расчета может быть полезна при маркетинговых исследованиях, для проектирования динамики цены выпускаемого инновационного товара.

Ключевые слова: математическая модель, инновационный товар, платежеспособный спрос, функция покупательского спроса, предельная цена покупателя, плотность распределения потенциальных покупателей.

Инновационное развитие является одной из ключевых задач модернизации России. Различные стороны инновационного развития рассматривались в работах [1–4]. Одним из главных показателей эффективности инновационного проекта является чистый дисконтированный доход [5–7], для достижения которого нужно правильное управление ценой товара, обеспечивающее максимальный прирост прибыли.

Необходимо уметь рассчитывать количество платежеспособных потенциальных покупателей данного товара в каждый момент времени. Это количество постоянно меняется вследствие того, что часть потенциальных покупателей приобретает товар и «вымывается» из числа субъектов, обеспечивающих спрос. Кроме того, при изменении цены товара меняется количество платежеспособных потенциальных покупателей. Актуальной задачей является определение числа потенциальных покупателей с учетом истории изменения цен товара.

Пусть на рынке появляется новый инновационный товар, имеющий определенное количество потенциальных покупателей. Через какое-то время цена товара меняется с первоначальной цены P_1 на цену P_2 . Требуется оценить емкость рынка данного товара по новой цене. Структура покупательского спроса к этому моменту уже не является такой, какой она была первоначально. Часть потенциальных покупателей успеет купить товар по старой цене. Другая часть покупателей, которые собирались купить товар по старой цене, теперь будет поставлена перед выбором: покупать или не покупать. И наконец, третья часть покупателей, для которых старая цена товара была слишком высока, теперь, в случае если товар стал дешевле, тоже смогут его купить.

В данной работе предлагается методика расчета структуры покупательского спроса.

1. Основы подхода

В сознании каждого потенциального покупателя товара обычно формируется некая «справедливая» цена. Фактически, это «предельная цена», по которой покупатель согласен купить товар. Пусть первоначально на рынке имеется \bar{N} потенциальных покупателей товара. Каждый из них имеет свою предельную цену товара. Введем функцию $\chi(P)$, такую, что величина $\chi(P) \cdot \Delta P$ равна доле (от \bar{N}) покупателей на рынке, предельная цена которых заключена в диапазоне $\left[P - \frac{\Delta P}{2}; P + \frac{\Delta P}{2}\right]$. Функция $\chi(P)$ является плотностью распределения потенциальных покупателей по предельным ценам.

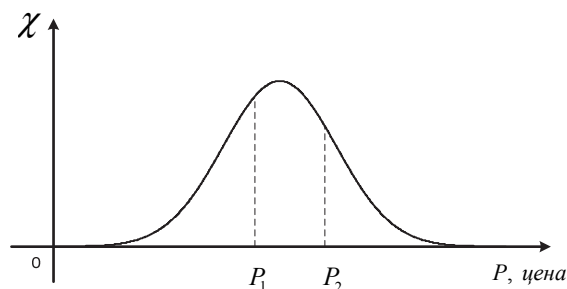


Рис. 1. График плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$

Функция $\chi(P)$ может иметь, к примеру, график, приведенный на рис. 1.

Исследуем некоторые свойства функции $\chi(P)$.

1. Интеграл $\int_{P_1}^{P_2} \chi(P) dP$ представляет собой

долю всех покупателей, предельная цена которых заключена между P_1 и P_2 . Следовательно, площадь криволинейной трапеции под графиком $\chi(P)$, ограниченной осью абсцисс, ординатами $P = P_1$ и $P = P_2$, равна доле потенциальных покупателей, предельная цена, которых заключена в пределах $[P_1; P_2]$.

2. Интеграл $\int_0^{+\infty} \chi(P) dP = 1$, так как он пред-

ставляет собой долю всех покупателей на рынке.

3. Интеграл $\int_{P_1}^{+\infty} \chi(P) dP$ представляет собой

долю всех покупателей, которые согласны купить товар по цене P_1 . Из этого также следует, что площадь фигуры, ограниченной графиком функции $\chi(P)$, осью абсцисс и находящейся правее ординаты $P = P_1$, равна доле покупателей, согласных купить товар по цене P_1 .

Исходя из плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ можно рассчитать функцию покупательского спроса $D(P)$. Из выше сказанного следует, что

$$D(P) = \int_P^{+\infty} \chi(x) dx. \quad (1)$$

Здесь $D(P)$ – доля потенциальных покупателей, которые согласны купить товар по цене P . В интеграле (1) вместо P записана буква "x" чтобы избежать путаницы с аргументом P . На рис. 2 изображена функция $D(P)$, соответствующая плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$, изображенной на рис. 1.

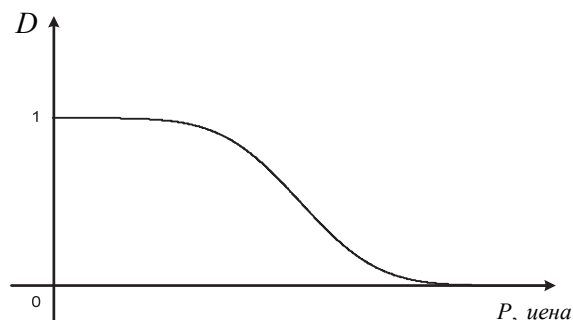


Рис. 2. Функция покупательского спроса $D(P)$

Пусть за время t_1 от появления нового товара на рынке, M_1 потенциальных покупателей купили

этот товар. С учетом этого плотность распределения потенциальных покупателей по предельным ценам будет иметь вид, изображенный на рис. 3.

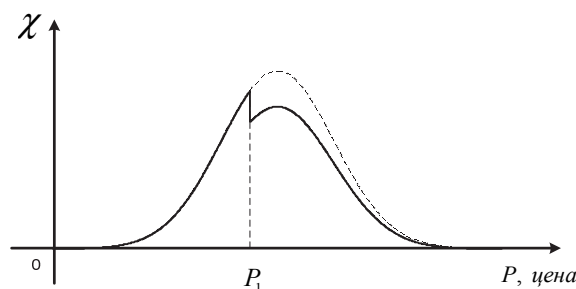


Рис. 3. График плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ к моменту времени t_1

На интервале $(P_1; +\infty)$ кривая опустится ниже первоначального положения, так как потенциальных покупателей с такими предельными ценами останется меньше (они уже купили товар). Заметим, что площадь, заключенная между старой и новой кривыми, лежащими правее ординаты $P = P_1$, равна $m_1 = \frac{M_1}{N}$. Заметим также, что площадь под кривой теперь уже не равна единице, так как $\chi(P)$ по-прежнему рассчитывается как доля от первоначального количества потенциальных покупателей N .

По полученной кривой плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам к моменту времени t_1 можно воссоздать соответствующую кривую покупательского спроса (рис. 4).

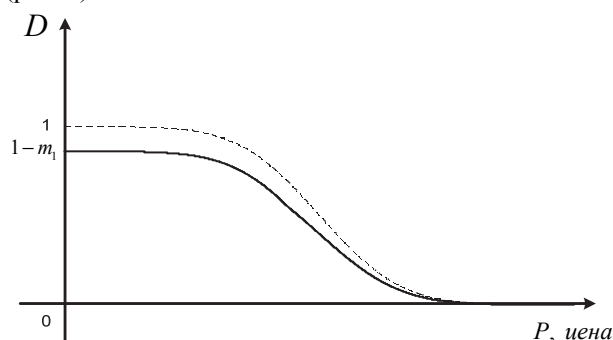


Рис. 4. Кривая покупательского спроса к моменту времени t_1

Заметим, что в точке, соответствующей P_1 , кривая $D(P)$ может иметь некоторый излом.

2. Модельный пример

Пусть в момент появления нового инновационного товара на рынке функция предельных цен

Управление инвестициями и инновационной деятельностью

потенциальных покупателей имела вид, изображенный на рис. 5,

$$\chi(P) = \begin{cases} C, & 0 \leq P \leq \bar{P} \\ 0, & P > \bar{P} \end{cases}. \quad (2)$$

Здесь \bar{P} – некоторая максимальная величина стоимости товара, а константа C может быть посчитана из условия, что площадь фигуры под кривой $\chi(P)$ должна равняться единице, откуда

$$C = \frac{1}{\bar{P}}.$$

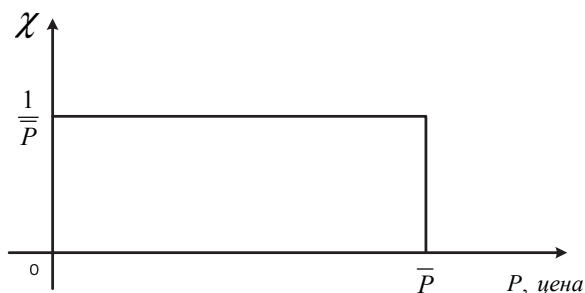


Рис. 5. Модельная плотность распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ в начальный момент времени

Этой функции $\chi(P)$ соответствует функция $D(P)$, изображенная на рис. 6.

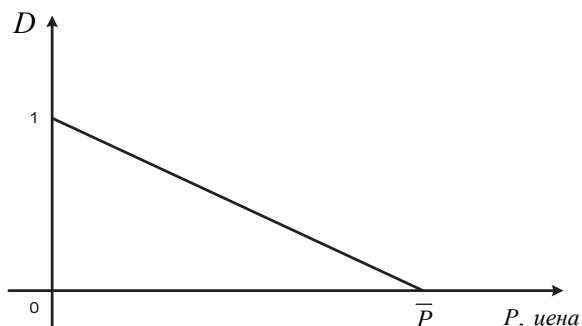


Рис. 6. Модельная функция покупательского спроса $D(P)$

1. Пусть в момент времени t_1 цену собираются менять. Проведем расчет покупательского спроса. Пусть за предыдущий период времени по цене P_1 товар купили M_1 потенциальных покупателей, доля которых составила $m_1 = \frac{M_1}{N}$ от первоначального числа потенциальных покупателей на рынке. Это могут быть только покупатели, у которых предельная цена данного товара больше P_1 . В нашем модельном примере считаем, что эти покупатели равномерно распределены на отрезке $[P_1; \bar{P}]$,

и график функции $\chi(P)$ будет иметь вид, изображенный на рис. 7.

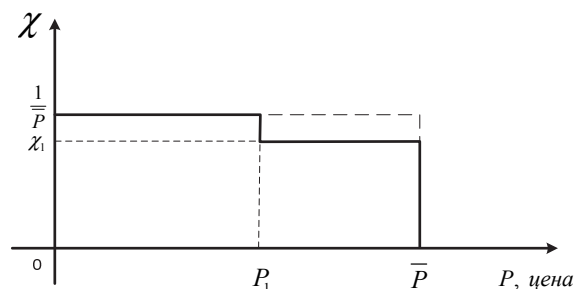


Рис. 7. График модели плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ к моменту времени t_1

Площадь под кривой $\chi(P)$ должна уменьшиться на величину m_1 . Для этого высота прямоугольника на отрезке $[P_1; \bar{P}]$ должна уменьшиться

на величину $\frac{m_1}{\bar{P} - P_1}$ и стать равной

$$\chi_1 = \frac{1}{\bar{P}} - \frac{m_1}{\bar{P} - P_1}. \quad (3)$$

Полученной плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ соответствует функция покупательского спроса $D(P)$, изображенная на рис. 8.

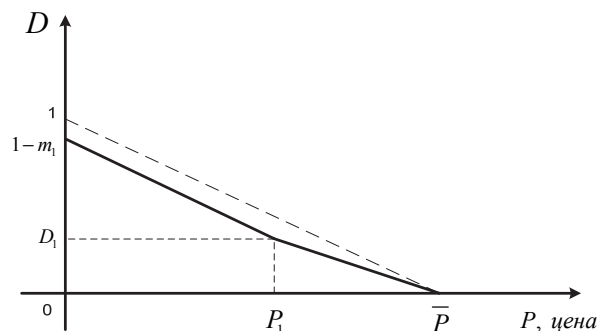


Рис. 8. График модели функции $D(P)$ к моменту времени t_1

Заметим, что в точке, соответствующей P_1 , функция $D(P)$ равна площади прямоугольника, расположенного правее ординаты $P = P_1$ на рис. 7, то есть величине $D_1 = D(P_1) = \chi_1 (\bar{P} - P_1)$.

2. Пусть в момент времени t_1 цена товара изменилась с P_1 на P_2 и оставалась такой до момента времени t_2 . Пусть по цене P_2 товар купили M_2 потенциальных покупателей. Построим кривую

покупательского спроса для момента времени t_2 . Рассмотрим два случая: $P_2 > P_1$ и $P_2 < P_1$.

2.1. Случай $P_2 > P_1$

Начнем с построения плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$. Как и ранее, считаем, что покупатели, купившие товар по цене P_2 , равномерно распределены на отрезке $[P_2; \bar{P}]$. В результате на этом участке прямая $\chi(P)$ (для момента t_1) сместится вниз так, что высвободившаяся площадь равна $m_2 = \frac{M_2}{N}$. Следовательно, на этом участке прямая $\chi(P)$ спустится на величину $\frac{m_2}{P - P_2}$ и станет равной

$$\chi_2 = \chi_1 - \frac{m_2}{P - P_2} = \frac{1}{P} - \frac{m_1}{P - P_1} - \frac{m_2}{P - P_2}. \quad (4)$$

График получившейся функции $\chi(P)$ изображен на рис. 9.

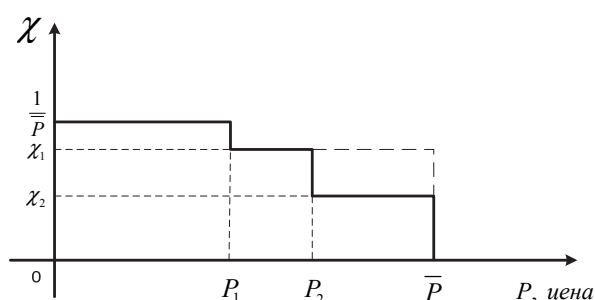


Рис. 9. График модельной плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ к моменту времени t_2 для случая $P_2 > P_1$

Полученной плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ соответствует функция покупательского спроса $D(P)$, изображенная на рис. 10.

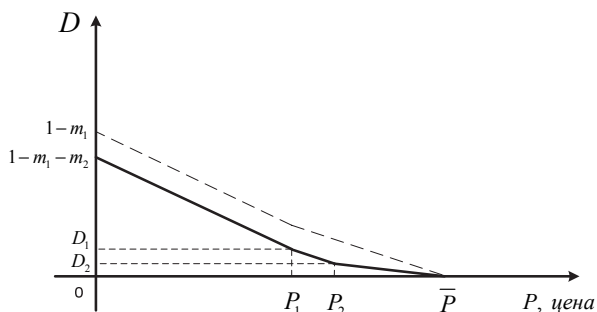


Рис. 10. График модельной функции $D(P)$ к моменту времени t_2 для случая $P_2 > P_1$

Заметим, что в точке P_1 функция $D(P)$ равна площади прямоугольников, расположенных правее ординаты $P = P_1$ на рис. 9, то есть величине $D_1 = D(P_1) = \chi_1(P_2 - P_1) + \chi_2(\bar{P} - P_2)$. В точке P_2 функция $D(P)$ равна площади прямоугольника, расположенного правее ординаты $P = P_2$ на рис. 9, то есть величине $D_2 = D(P_2) = \chi_2(\bar{P} - P_2)$.

2.2. Случай $P_2 < P_1$

Рассмотрим теперь, как изменятся функции $\chi(P)$ и $D(P)$, изображенные на рис. 7, 8 в случае, если новая цена P_2 будет меньше предыдущей цены P_1 . Как и ранее, считаем, что покупатели, купившие товар по цене P_2 , равномерно распределены на отрезке $[P_2; \bar{P}]$. В результате на этом участке ломаная $\chi(P)$ (для момента t_1) сместится вниз, так что высвободившаяся площадь равна $m_2 = \frac{M_2}{N}$. Следовательно, на этом участке

ломаная $\chi(P)$ опустится на величину $\frac{m_2}{P - P_2}$ и

станет равной $\chi'_2 = \frac{1}{P} - \frac{m_2}{P - P_2}$ на участке $[P_2; P_1]$

и $\chi''_2 = \chi_1 - \frac{m_2}{P - P_2} = \frac{1}{P} - \frac{m_1}{P - P_1} - \frac{m_2}{P - P_2}$ на участке $[P_1; \bar{P}]$. График получившейся функции $\chi(P)$ изображен на рис. 11.

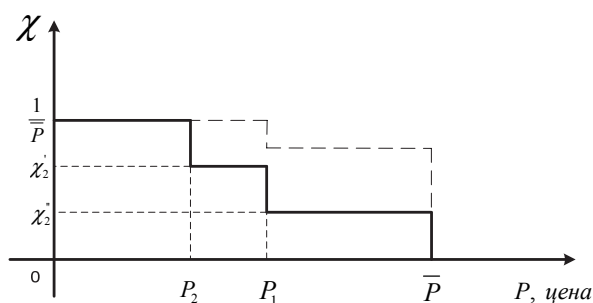


Рис. 11. График модельной плотности распределения потенциальных покупателей по предельным ценам $\chi(P)$ к моменту времени t_2 для случая $P_2 < P_1$

Полученной функции $\chi(P)$ соответствует функция $D(P)$, изображенная на рис. 12.

Заметим, что в точке P_2 функция $D(P)$ равна площади прямоугольников, расположенных правее ординаты $P = P_2$ на рис. 11, то есть величине $D_2 = D(P_2) = \chi'_2(P_1 - P_2) + \chi_2(\bar{P} - P_1)$. В точке P_1

функция $D(P)$ равна площади прямоугольника, расположенного правее ординаты $P = P_1$ на рис. 11, то есть величине $D_1 = D(P_1) = \chi_2''(\bar{P} - P_1)$.

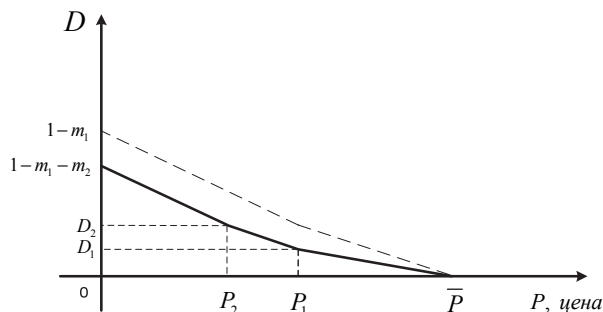


Рис. 12. График модельной функции $D(P)$ к моменту времени t_2 для случая $P_2 < P_1$

Заключение

Предложенная модель динамики спроса инновационного товара позволяет, на наш взгляд, существенно повысить эффективность системы управления его производством и реализацией. При этом появляется возможность снизить издержки за счет оптимизации запасов и управления упущенной прибылью, экономии внутрипроизводственных ресурсов. Рассмотренный метод применим для маркетинговых исследований рынка инновационного товара.

Литература

1. Макаров, В.Л. Обзор математических моделей экономики с инновациями / В.Л. Макаров // Экономика и математические методы. — 2009. — Т. 45. — № 1. — С. 3–14.
2. Багриновский, К.А. Об оценке перспектив инновационной деятельности / К.А. Багриновский // Экономика и математические методы. — 2011. — Т. 47. — № 1. — С. 102–108.
3. Баев, И.А. Моделирование процессов освоения инновации на конкурентном рынке / И.А. Баев, Д.А. Дрозин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». — 2012. — № 30. — С. 47–49.
4. Баев, И.А. Комплексная модель распространения информации об инновационном товаре / И.А. Баев, Д.А. Дрозин // Экономика и математические методы. — 2014. — Т. 50. — № 1. — С. 91–100.
5. Маевский, В.И. О рациональном поведении реального потребителя / В.И. Маевский, Д.С. Чернавский // Вопросы экономики. — 2007. — № 3. — С. 71–85.
6. Рагульский, А.Д. Анализ роли психологической установки в динамике потребительского спроса / А.Д. Рагульский // Экономика и математические методы. — 2010. — Т. 46. — № 2. — С. 131–136.
7. Тиме, И.В. Модель ценообразования на олигополистических рынках при сегментации потребителей на устойчивые группы / И.В. Тиме, Н.А. Ануаивили // Проблемы управления. — 2007. — № 6. — С. 2–9.

Баев Игорь Александрович. Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и финансы», декан факультета «Экономика и управление», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), baev@econom.susu.ac.ru

Дрозин Дмитрий Александрович. Старший преподаватель кафедры прикладной математики, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), drozin2005@mail.ru

Поступила в редакцию 9 апреля 2014 г.

DYNAMICS OF CONSUMER DEMAND FOR INNOVATIVE PRODUCTS

I.A. Baev, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

D.A. Drozin, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

A new method for calculation the volume of consumer demand for a new innovative product is given. This method takes into account the change in the structure of consumer demand within the sale of goods related to "washout" of paying customers. The proposed calculation method can be used to design dynamics of the price of produced innovative products.

Keywords: *mathematical model, innovative product, effective demand, the function of consumer demand, marginal price of the customer, distribution density of the potential buyers.*

References

1. Makarov V.L. [Review of Mathematical Models of the Economy with Innovation]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2009, vol. 45, no. 1, pp. 3–14. (in Russ.)
2. Bagrinovskiy K.A. [On Assessing the Prospects of Innovation]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2011, vol. 47, no. 1, pp. 102–108. (in Russ.)
3. Baev I.A., Drozin D.A. Modeling of Innovation Processes in a Competitive Market. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2012, no. 30, pp. 47–49. (in Russ.)
4. Baev I.A., Drozin D.A. [Integrated Model Dissemination of Innovative Products]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2014, vol. 50, no. 1, pp. 91–100. (in Russ.)
5. Maevskiy V.I., Chernavskiy D.S. [On the Rational Behavior of a Real User]. *Voprosy ekonomiki* [Problems of Economics], 2007, no. 3, pp. 71–85. (in Russ.)
6. Ragul'skiy, A.D. [Analysis of the Role of Psychological Set in the Dynamics of Consumer Demand]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2010, vol. 46, no. 2, pp. 131–136. (in Russ.)
7. Time I.V., Anuashvili N.A. [Pricing Model for Oligopolistic Markets with Customer Segmentation on Stable Groups]. *Problemy upravleniya* [Control], 2007, no. 6, pp. 2–9. (in Russ.)

Igor Aleksandrovich Baev, Dr.Sc. (Economics), Professor of the Economics and Finance Department, Dean of the Economics and Management Faculty of South Ural State University, Chelyabinsk, baev@econom.susu.ac.ru.

Dmitry Aleksandrovich Drozin, senior lecturer, Department of Applied Mathematics, South Ural State University, Chelyabinsk, drozin2005@mail.ru.

Received 9 April 2014